

CONDITION OF PHYSIOLOGY FISH TILAPIA (OREOCHROMIS NILOTICUS) ARREST IN THE PROCESS OF USING TOOLS TO CAPTURE ACTIVELY MONITORED ELECTROCARDIOGRAPH (ECG)

By

Wahyudi Armen¹⁾ Nofrizal²⁾, Isnaniah²⁾

¹⁾ Student of Fisheries and Marine Science Faculty, University of Riau

²⁾ Lecturer of Fisheries and Marine Science Faculty, University of Riau

Abstract

The research was conducted in March 2013 with the object of Tilapia (*Oreochromis niloticus*). The research objects are counted by the number of heartbeats different current treatments. The purpose of this study was to determine the heart rate of tilapia (*Oreochromis niloticus*), a basic knowledge of predicting the rate of metabolism and respiration and heart rate also determine the activity of tilapia at different swimming speeds, in the process of catching up with the use of active fishing gear. The higher the flow rate used in tilapia fishes the heart rate up, and seen in the relative heart rate ranging from (1.1 to 3.78), a portrait that fish require a lot of energy so that the fish is also increasing the body's metabolism.

Keywords: Heartbeats, Tilapia (Oreochromis niloticus), Flow, Size Fish

PENDAHULUAN

Pentingnya pengembangan usaha perikanan dilakukan sebagai upaya manusia untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dan sebagai sumber penghasilan atau keuntungan ekonomi dari sumberdaya perikanan. Usaha yang dilakukan oleh manusia dalam penangkapan dan budidaya ikan lebih membutuhkan pengetahuan akan tingkah laku ikan. Pentingnya mengetahui tingkah laku renang dan detak jantung ikan seperti ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dapat memberikan gambaran kepada kita akan daya tahan dan kemampuan

renangnya, sehingga perlu mempelajari karakter dan kemampuan renang ikan.

Selain sebab diatas, ikan nila memiliki sifat sebagai ikan yang suka menyerbu daerah ikan lain (*invasive*) dan agresif terhadap ikan lain terutama dicampur dengan ikan lain dan juga bila terlepas kedalam perairan alami yang dapat memakan telur dan anak-anak ikan yang ada diperairan umum. Hal-hal yang dianggap perlu dalam pemahaman tingkah laku ikan adalah seperti mempelajari aktivitas renang ikan yang perlu diuji, yaitu daya tahan renang ikan,

daya tahan dan kecepatan ikan dalam berenang dan detak jantung .

Pemahaman pada tingkah laku, fungsi organ jantung pada sistem organ renang dan pengetahuan pada biologi perikanan akan membantu dalam pengembangan teknik penangkapan dan jenis alat yang tangkap yang akan digunakan oleh manusia nantinya (Uyan, Kawamura dan Archdale, 2006; von Brandt, 1984; Nofrizal, 2009). Menurut Nofrizal (2009) mempelajari karakteristik berenang ikan diperlukan dalam usaha penangkapan yang meliputi pengembangan teknik dan pengembangan alat tangkap yang lebih efisien dan selektif untuk ikan yang perlu ditangkap saja dalam pemenuhan kebutuhan manusia dan kelestarian ikan dan perikanan di perairan. Aktivitas renang ikan dapat dibagi dalam tiga kelompok utama, yaitu *sustained swimming speed*, *prolonged swimming speed* dan *burst swimming speed*.

Dalam proses penangkapan pada alat tangkap aktif yang mana alat tangkap ini mengejar gerombolan ikan, sehingga ikan cenderung lari dari kecepatan yang berbeda-beda dari alat tangkap tersebut. Dengan kondisi ini kecepatan renang ikan sangat di pengaruhi dan fisiologi ikan yang menyangkut proses metabolisme ikan yang di pengaruhi laju detak jantung.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mengetahui laju detak jantung ikan nila (*Oreochromis niloticus*), sebagai pengetahuan dasar untuk menduga laju metabolisme dan respirasi dan juga mengetahui aktivitas detak jantung ikan nila pada kecepatan renang yang berbeda, dalam proses penangkapan dengan menggunakan alat tangkap yang aktif.

Laju detak jantung ikan tersebut dapat mengekspresikan laju aliran darah

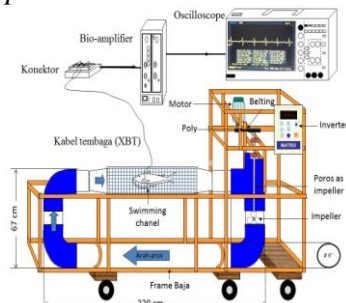
proses metabolisme dan respirasi pada ikan (Kormeyer *et al.*, 1997). Selain itu, laju detak jantung ikan ketika berenang pada kecepatan dan kisaran yang berbeda juga dapat menggambarkan kemampuan dan tingkat stress pada ikan mackerel ketika berenang pada kecepatan dan kisaran renang yang berbeda (Nofrizal, 2009; Nofrizal *et al.*, 2009; Nofrizal dan Arimato, 2010;2011). Oleh karena itu, untuk mengetahui kondisi fisiologi ikan pada kecepatan dan kisaran renang yang berbeda aktifitas jantung merupakan indicator yang cocok digunakan.

Manfaat dari penelitian ini adalah dengan diketahuinya data dasar (*data base*) karakteristik dan kemampuan renang ikan nila dan kondisi fisiologi ikan dengan kecepatan berbeda dan detak jantung ikan, sehingga data ini dapat digunakan untuk pengembangan dan pengelolaan usaha penangkapan dengan menduga peluang lolosnya ikan dalam proses penangkapan dari alat tangkap serta kecepatan tarik ideal alat tangkap yang digunakan dan bagi usaha budidaya perikanan dengan mengetahui kecepatan arus yang ideal dikeramba air mengalir untuk proses metabolisme normal pada ikan.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Pengukuran laju detak jantung ikan pada kecepatan yang berbeda menggunakan metode *electrophysiology*, yaitu dengan mengamati aktivitas dan laju detak jantung ikan nila pada kecepatan dan kisaran renang yang berbeda di dalam seluran renang (*swimming renang*) dari sebuah tengki berarus (*flume tank*).

Pengambilan data Detak jantung ikan dengan menggunakan metode *electro-physiology*, yaitu dengan menggunakan sepasang electrode yang di tanam pada bagian rongga *pericardiac* ikan, nila kemudian di hubungkan ke oscilloscope melalui bio-amplifier dan konektor. Selanjutnya detak jantung ikan tersebut dapat diamati dan dianalisa. Adapun Jumlah ikan sampel nantinya yaitu 10 ekor ikan nila pada kecepatan arus yang berbeda dan serangkaian teknik pemasangan dan prosedur penelitian dimulai dari teknik pembuatan elektroda, pemasangan elektroda pada bagian rongga *pericardiac* ikan



Gambar 1. Skematik pengukuran detak jantung ikan

Untuk mendapatkan data aktivitas detak jantung ikan nila pada masing-masing kecepatan renang, maka di lakukan prosedur penelitian sebagai berikut :

1. Isi tengki berarus (*flume tank*) dengan air hingga penuh, lalu di lakukan aerasi selama 2 (dua) hari.
2. Masukkan ikan uji yang telah di pasangi elektroda ke dalam saluran renang (*swimming channel*). Selama 3 (tiga) jam untuk pemulihan dari pengaruh obat bius yang telah diberikan ketika pemasangan elektroda (Nofrizal *et al.*, 2008; Nofrizal

2009; Nofrizal *et al.*, 2009; Nofrizal dan Arimoto, 2011).

3. Hubungkan kedua ujung kawat tembaga (XBT wire kabel) ke konektor, lalu hubungkan pula konektor tembaga ke bio-amplifier dan oscilloscope.
4. Amati detak jantung ikan dalam keadaan tidak di beri arus sebagai control selama 10 menit (Nofrizal *et al.*, 2008; Nofrizal *et al.*, 2009; Nofrizal dan Arimoto, 2011).
5. Kemudian hidupkan tangki berarus untuk mengamati detak jantung ikan nila tersebut pada kecepatan renang 0,4-3,7 BL/detik, atau 5,97-55,64 cm/detik. Setiap individu di uji masing-masing pada kecepatan renang yang berbeda atau sampai kelelahan (Nofrizal dan Ahmad, 2011).
6. Selanjutnya, pengamatan aktivitas detak jantung ikan nila tersebut di lanjutkan selama proses pemulihan. (Nofrizal *et al.*, 2008; Nofrizal 2009; Nofrizal *et al.*, 2009; Nofrizal dan Arimoto, 2011).
7. Rekam seluruh aktivitas detak jantung tersebut untuk di analisa.

Pemasangan dan menghubungkan elektroda pada ikan dan oscilloscop

1. Seluruh sample ikan nila di aklimasi di dalam bak yang berukuran 50 x 200 x 100 cm, dengan tujuan menghilangkan *stress* selama pengangkutan ke laboratorium selama satu minggu.
2. Siapkan ikan sample di dalam ember yang berisi 7 liter air, lalu diamkan selama 2 menit.
3. Masukkan obat bius ikan, minyak cengkeh sebanyak 1 cc, lalu

biarkan ikan tersebut sampai benar-benar pingsan.

4. Kemudian pasang kedua elektroda yang telah disiapkan ke bagian rongga *pericardial* ikan nila.
5. Hubungkan kedua ujung kawat tembaga XBT ke konektor, lalu hubungkan konektor tersebut ke Bio-amplifier. Kemudian hubungan bio-amplifier ke saluran (*channel*) 1 atau 2 pada oscilloscope.
6. Pastikan bentuk EKG ikan terlihat dengan sempurna pada layar oscilloscope sebelum ikan dimasukkan kedalam saluran renang (*swimming channel*).

Analisis Data

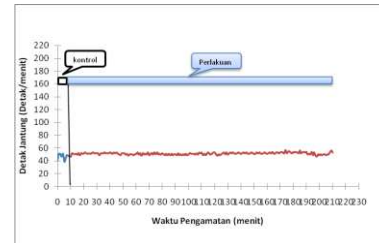
Data seluruh hasil rekaman data detak jantung ikan akan di analisis dengan menggunakan *software* GOM-player untuk mendapatkan data detak jantung ikan permenit dan rata-rata, dan disajikan dalam bentuk grafik untuk diinterpretasikan dan dideskripsikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola detak jantung ikan pada elektrokardiograf (EKG), Sebelum dilakukan pengujian pada ikan, terlebih dahulu melakukan kalibrasi terhadap *elektrokardiograf* agar alat tersebut stabil dan tidak terjadi kesalahan pada saat melakukan penelitian. Pola pergerakan frekuensi detak jantung ikan yaitu secara horizontal, pergerakan tersebut dipengaruhi oleh aliran listrik yang terdapat pada ikan apabila ada aliran maka akan terjadi gelombang naik, apabila tidak ada aliran dari ikan maka *elektrokardiograf* akan stabil.

Kondisi detak jantung ikan ketika berenang.

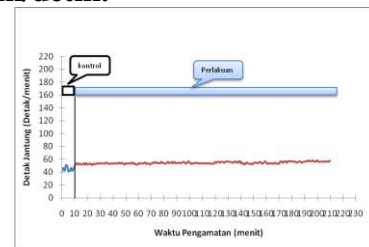
Detak jantung ikan nila pada kecepatan renang 0,4 BL/detik atau 5,9 cm/detik.



Gambar 2. grafik 0,4 BL/detik

grafik pergerakan detak jantung ikan dengan menggunakan kecepatan arus 5 Hz (0,4 BL/detik) tidak begitu ada perubahan, pergerakan jantung berkisar antara 50 detak/menit. Daya tahan renang ikan cukup lama karna arus *flume tank* tidak terlalu besar. Pada menit ke 10 sedikit ada perubahan detak jantung ikan karena sudah ada arus sebesar 5,9 cm/detik (0,4 BL/detik).

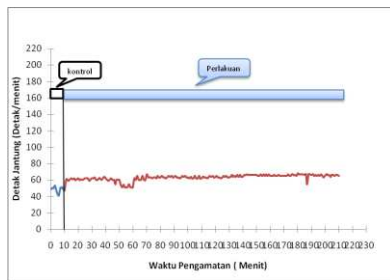
Detak jantung ikan nila pada kecepatan renang 0,6 BL/detik atau 9,19 cm/detik.



Gamabar 3. grafik detak 0.6 BL/detik

detak jantung ikan nila pada kecepatan arus 0,6 BL/detik ada sedikit kenaikan berkisar antara 42-51 detak/menit, jumlah detak jantung dengan kecepatan 0,6 BL/detik sedikit perubahan dengan kecepatan 0,4 BL/detik. Daya tahan renang ikan cukup lama, pergerakan detak jantung stabil, dengan menggunakan kecepatan arus ini memungkinkan ikan belum ada terjadi perubahan metabolisme tubuh yang begitu besar dan pada arus ini cocok untuk usaha budidaya.

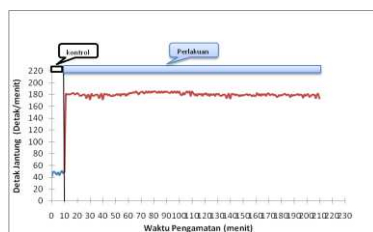
Detak jantung ikan nila pada kecepatan renang 1,1 BL/detik atau 13,83 cm/detik.



Gambar 4. Grafik detak 1,1 BL/detik

Pada saat diberi perlakuan terjadi perubahan detak jantung 55–60 detak/menit pada menit awal, dan pada menit ke 50 terjadi penurunan detak jantung, sehingga kontraksi otot merah dan putih ikan nila tidak begitu naik. Dengan keadaan detak jantung antara 50–60 detak /menit baik untuk budidaya, karena ikan tidak *stress* dan baik untuk pertumbuhan ikan nila.

Detak jantung ikan nila pada kecepatan renang 3,7 BL/detik atau 55,64 cm/detik.

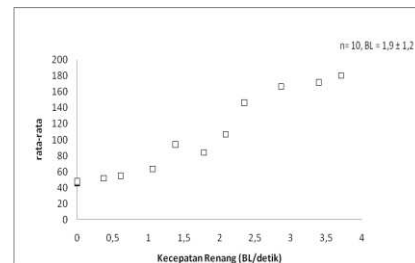


Gambar 5. Grafik detak 3,7 BL/detik

Setelah perlakuan dengan kecepatan arus 3,7 BL/detik dan terjadi kenaikan detak jantung yang sangat tinggi sampai mencapai (181 detak/menit) kondisi sangat mempengaruhi ikan nila. Metabolisme tubuh ikan sangat tinggi dan menyebabkan kontraksi otot merah dan putih pada ikan juga meningkat. Kecepatan arus 3,7 BL/detik baik untuk penangkapan alat tangkap aktif karena

ikan cenderung lemah dan ikan tidak dapat menghindari alat tangkap tersebut. Pada kecepatan ini ikan cenderung *stress* karena kecepatan arus sangat tinggi karena ikan tidak sanggup berenang terlalu lama.

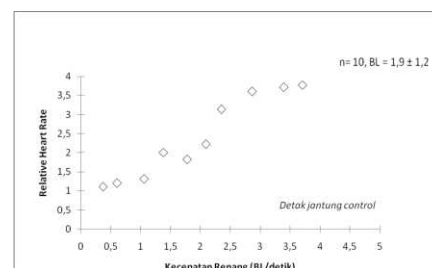
Rata-rata detak jantung ikan pada kecepatan renang berbeda.



Gambar 5. Grafik rata-rata detak jantung

Kecepatan arus 3 BL/detik jumlah rata-rata detak jantung ikan (166,55 detak/menit), jumlah rata – rata detak jantung pada kecepatan 3 BL/detik cukup tinggi karena menggunakan perlakuan arus pada *flume tank* cukup tinggi. Pada kecepatan arus 3,4 BL/detik jumlah detak jantung ikan (171,89 detak/menit) pada kondisi kecepatan arus 3,4 BL/detik kondisi ikan cukup stres karna tidak sesuai dengan kecepatan maksimal ikan nila. Sedangkan kecepatan arus 3,7 BL/detik jumlah detak jantung ikan (180,26 detak/menit).

Perbandingan detak jantung ikan nila ketika berenang dengan detak jantung kontrol (*Relative Heart Rate*)



Gambar 6. Relative heart rate

Pada kecepatan renang 1,4 BL/detik jumlah *relative heart rate* 2,01 kali lebih tinggi dari kontrol, dan kecepatan arus 2,1 BL/detik jumlah *relative heart rate* 2,23 kali lebih tinggi dari kontrol, dan kecepatan arus 2,4 BL/detik jumlah *relative heart rate* 3,14 kali lebih tinggi dari kontrol. Selanjutnya pada kecepatan 3 BL/detik jumlah *relative heart rate* 3,60 kali lebih tinggi dari kontrol, dan kecepatan renang 3,4 BL/detik jumlah *relative heart rate* 3,72 kali lebih tinggi dari kontrol, dan kecepatan renang 3,7 jumlah *relative heart rate* 3,78 kali lebih tinggi dari kontrol. Perbandingan kecepatan arus dengan jumlah rata-rata detak jantung ikan nila memiliki nilai korelasi yang positif, jika kecepatan arus dinaikan maka detak jantung semakin meningkat.

Pembahasan.

Hubungan antara kecepatan arus dan detak jantung ikan memiliki korelasi positif yang berarti apabila kecepatan naik maka jumlah detak jantung meningkat. Karena jumlah energi yang diperlukan dalam aktifitas renang cukup tinggi. Laju metabolisme dan respirasi akan meningkat pada kecepatan yang lebih tinggi sementara persediaan energi dalam tubuh ikan Nila tetap dan mulai berkurang dengan cepat saat terjadi aktifitas yang tinggi (Nofrizal *et al.*, 2009; dan Nofrizal dan Ahmad, 2011).

Detak jantung 1,4 BL/detik ini jumlah detak jantung ikan nila mulai naik dari kecepatan arus 1,2 BL/detik, pada saat kontrol detak jantung ikan masih berkisar antara 40–60 detak/menit. Ikan melakukan pergerakan dengan melawan arus sehingga metabolisme ikan meningkat dan kontraksi otot putih dan merah juga meningkat. Pada kecepatan ini juga bagus untuk usaha budidaya ikan

nila karna jumlah detak jantung/menit (100 detak/menit) sehingga kontraksi otot merah dan putih juga meningkat, proses ini akan mempercepat perkembangan dari ikan.

Kecepatan 2,1 BL/detik mulai terjadi kenaikan yang cukup berarti berkisar antara (100–120) pada menit ke 140 terjadi penurunan jumlah detak jantung ikan nila dikarenakan ikan sudah kekurangan metabolisme sehingga frekuensi detak jantung ikan mulai menurun. Kecepatan renang 2,4 BL/detik detak jantung ikan nila pada saat kontrol berkisar (42–50 detak/menit), dan diberi arus dengan kecepatan 2,4 BL/detik laju detak jantung atau jumlah detak jantung naik berkisar (100–110 detak/menit) sehingga otot merah dan putih berkontraksi, dan metabolisme dalam tubuh ikan meningkat.

Kecepatan 3,0 BL/detak pada ikan nila cukup tinggi dari kecepatan 2,4 BL detak/menit, kecepatan arus 3,0 BL/detak terjadi kenaikan detak jantung yang cukup tinggi pada ikan berkisar (163 detak/menit), pada kecepatan 3,0 BL/detik ini cukup baik untuk penangkapan alat tangkap aktif untuk ikan nila.

Pada kecepatan arus 3,4 BL/detik, jumlah detak jantung cukup tinggi, sedangkan detak jantung control berkisar antara 41–49 detak/menit tanpa diberikan perlakuan dengan memberikan arus. Setelah diberi perlakuan dengan arus 3,4 BL/detik terjadi kenaikan detak jantung ikan yang cukup tinggi berkisar 168–171 detak/menit. Setelah diberi perlakuan dengan arus 3,4 BL/detik terjadi kenaikan detak jantung ikan yang cukup tinggi berkisar 168–171 detak/menit, dan menit terakhir perlakuan terjadi kenaikan 214 detak/menit karna ikan sudah stres dan sehingga mengakibatkan ikan

pingsan pada saluran renang *flume tank* yang diberi perlakuan 3,4 BL/detik.

Kecepatan 3,7 BL/detik cukup tinggi karna dipengaruhi oleh perlakuan arus yang diberikan, setelah diberikan perlakuan dengan kecepatan arus 3,7 BL/detik dan terjadi kenaikan detak jantung yang sangat tinggi sampai mencapai (181 detak/menit) kondisi sangat mempengaruhi ikan nila. Metabolisme tubuh ikan sangat tinggi dan menyebabkan kontraksi otot merah dan putih pada ikan juga meningkat. Kecepatan arus 3,7 BL/detik baik untuk penangkapan alat tangkap aktif, karena ikan cenderung lemah dan ikan tidak dapat menghindari alat tangkap tersebut.

Ikan nila memiliki bentuk ujung ekor yang membulat yang membantunya mudah dalam berenang, dibandingkan dengan ikan yang memiliki struktur sirip ekor ikan tuna, marlin dan ikan lainnya perenang cepat yang keras dan kuat, Ikan nila dalam percobaan mencoba mengimbangi kecepatan arus air, jika arus yang diberikan semakin cepat maka detak jantung akan meningkat daya tahan renangnya akan berkurang. Dan membutuhkan energi yang lebih besar sehingga kemampuan metabolisme tidak sebanding lagi dengan jumlah energi yang dibutuhkan, sehingga ikan lelah dan menjadi *stress* (Nofrizal, 2011).

Pada kecepatan renang 0,4 BL/detik terjadi kenaikan rata-rata (51,42 detak/menit) jumlah ini cukup bagus untuk ikan karena ikan belum ada pergerakan yang berarti. Selanjutnya pada kecepatan 0,6 BL/detik jumlah rata-rata (54,55 detak/menit). Pada kecepatan arus 3,4 BL/detik jumlah detak jantung ikan (171,89 detak/menit) pada kondisi kecepatan arus 3,4 BL/detik kondisi ikan cukup *stress* karna tidak sesuai dengan

kecepatan maksimal ikan nila. Sedangkan kecepatan arus 3,7 BL/detik jumlah detak jantung ikan (180,26 detak/menit)

Pada kecepatan renang 0,4 BL/detik, jumlah *relative heart rate* 1,11 kali lebih tinggi dari kontrol. Selanjutnya dengan kecepatan renang 0,6 BL/detik jumlah *relative heart rate* kecepatan arus 2,4 BL/detik jumlah *relative heart rate* 3,14 kali lebih tinggi dari kontrol. Selanjutnya pada kecepatan 3 BL/detik jumlah *relative heart rate* 3,60 kali lebih tinggi dari kontrol, dan kecepatan renang 3,4 BL/detik jumlah *relative heart rate* 3,72 kali lebih tinggi dari kontrol, dan kecepatan renang 3,7 jumlah *relative heart rate* 3,78 kali lebih tinggi dari kontrol. Pada rata-rata detak jantung memiliki nilai korelasi positif terhadap detak jantung ikan, karena apabila di berikan perlakuan arus yang lebih cepat maka detak jantung juga berdetak dengan cepat. Pada kondisi ini cocok untuk penangkapan aktif karena ikan tidak bisa mendahului alat tangkap.

KESIMPULAN DAN SARAN

Semakin tinggi kecepatan arus yang digunakan pada ikan nila sehingga detak jantung ikan naik, dan dilihat pada *relative heart rate* mulai dari (1,1–3,78), menggambarkan bahwa ikan membutuhkan energi yang banyak sehingga metabolisme tubuh ikan juga meningkat, sehingga ikan banyak membutuhkan energi, dan menyebabkan detak jantung ikan meningkat

Stres ikan mulai pada kecepatan renang 2,1 BL/detik dan sedangkan kecepatan arus di bawah 2,1 BL/detik bagus untuk usaha budidaya ikan keramba karna ikan tidak *stress* sehingga mempercepat laju pertumbuhan ikan. Sedangkan untuk usaha penangkapan sangat cocok kecepatan arus 2,1 BL/detik

sampai dengan 3,7 BL/detik, karna ikan mulai *steress* pada saat penangkapan sehingga ikan akan mati pada saat dalam alat tangkap dan pada kecepatan ini ikan sulit lolos dari alat tangkap.

Saran perlu dan penting dilakukan penelitian lanjutan terhadap respirasi dalam darah dan aktifitas otot tubuh ikan termasuk dalam pengembangan teknik dan metode yang baik dalam usaha penangkapan ikan ini yang jumlah populasinya di alam mulai mengganggu pada populasi ikan alami yang terdapat pada suatu perairan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat berterima kasih kepada Bapak Dr. Nofrizal, S.Pi, M.Si. selaku pembimbing I, dan Ibuk Isnaniah, S.Pi., M.Si. selaku pembimbing II yang telah banyak memberi masukan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Brodeur, C.J., Dixon, G. D., dan McKinley, S. R. (2001) Assessment of cardiag output as a predictor of metabolic rate in rainbow trout. *J. Fish Biol.* 58, 439-452.

<http://hobiikan.blogspot.com/2009/02/klasifikasi-teknik-penangkapan-ikan.html>. Klasifikasi Teknik Penangkapan Ikan. (25 April 2012) (21:40 WIB).

<http://id.wikipedia.org/>. Klasifikasi Ikan Nila dan Penangkapan Ikan (1 April 2012) (19:17 WIB).

Juprimalino. (2012) Klasifikasi dan morfologi ikan nila. <http://juprimalino.blogspot.com/2012/01/klasifikasi-dan-morfologi-ikan-nila.html>. (1 April 2012)

Nofrizal, Yanase, K. and Arimoto, T. (2008) Swimming exercise and recovery for jack mackerel monitored by ECG measurements. *Proceedings of the 5th World Fisheries Congress* (CD-ROM Ver.).

Nofrizal. (2009) Behavioural physiology on swimming performance of jack mackerel *Trachurus japonicus* in capture process. Doctoral dissertation. Tokyo University of Marine Science and Technologi. p. 116

Nofrizal dan Arimoto T. 2010. The stress condition of fish in active sampling gears process by ECG monitoring. *Procceeding Fish Sampling with Active Methods (FSAM)* september 8-11, 2010. Ceske Budejovic, Czech Repoblik.

Nofrizal dan Arimoto T. 2011., ECG monitoring on swimming endurance and heart rate performance of jeck mackerel for repeated exercise. *J. Asian Fisheries Science.* 24. 78-87.

Nofrizal dan Ahmad M. 2011. Peran kajian dan kemampuan renang ikan nila untuk teknologi penangkapan ikan dan usaha budidaya. Laporan Hasil Fudimental. Lembaga Penelitian Universitas Riau. 50. Hal.

Uyan, S., Kawamura, G. dan Archdale, V. M. (2006) Morphology of the sense organs of anchovy *Eugraulis japonicus*. *J. Fish Sci.* 72, 540-545.

Wardle, C. S. (1993) Fish behavior and fishing gear. In: Pitcher, T. J. (Ed). *The behavior of teleost fishes*, 2nd edition. London. Chapman and Hall, pp. 609-643.

- Webb, W. P. (1975) Hydrodynamics and energetic of propulsion. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada. Bulletin 190. Ottawa, Canada, p. 158.
- Baskoro MS dan Effendy A. 2005. Tingkah laku ikan hubungannya dengan metode pengoperasian alat tangkap ikan. Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB.
- Fitri, A.D.P. dan Asriyanto, 2009. Fisiologi Organ Penglihatan Ikan Beronang Dan Kakap Berdasarkan Jumlah Dan Susunan Sel Reseptor *Cone* Dan *Rod*. PS. Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, FPIK-UNDIP.
- Giovani. 2003. Ketajaman Mata Ikan Kakap Merah terhadap Alat Tangkap Pancing. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor (Skripsi). Bogor.
- Gunarso, W. 1985. Tingkah Laku Ikan dalam Hubungannya dengan Metoda dan Taktik Penangkapan. Diktat Kuliah (tidak dipublikasikan). Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Gunarso, W., 1988. Tingkah laku ikan dalam hubungannya dengan alat, metode dan taktik penangkapan. Diktat kuliah Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan. Fakultas Perikanan IPB. Bogor
- Mumby PJ, Green EP, Edwards AJ, and Clark CD. 1999. The cost-effectiveness of remote sensing for tropical coastal resources assessment and management. *Journal of Environmental Management* (1999) 55, 157–166.
- Purbayanto A. 1999. *Behavioural Studies for Improving Survival of Fish in Mesh Selectivity of Sweeping Trammel Net*. (Ph. D. Tesis). Tokyo: Graduate School of Fisheries. Tokyo University of Fisheries. Pp: 217.